

## さきがけ「情報科学との協働による革新的な農産物栽培手法を実現するための技術基盤の創出」

### 研究領域事後評価報告書

#### 総合所見

本研究領域は、農学・植物科学と情報・数理科学の領域を連携させ、気候変動や環境負荷低減に向けた要求等、さまざまな制約の下でも高収量・高品質な農業生産を持続的に行うことを可能とする栽培手法の確立を目指す挑戦的なものであった。外的環境を考慮した高度な植物の生体センシング、3次元計測、画像解析、モデリングなどにより、自然環境を含むさまざまな環境下での作物の高収量化・高品質化の実現を可能とする栽培技術開発のための基盤的研究が展開された。

採択された領域研究者の研究課題は、研究における長期的視点や研究終了時の出口も考慮し、多岐の分野にわたる独創的で優れた提案であった。専門に特化して研究に取り組むだけではなく、情報科学者は栽培技術を、農学・植物科学者は情報科学技術を学修しながら両分野のスキルを融合した革新的な栽培制御技術の提案に結び付けたことは、特に高く評価できる。

領域アドバイザーとしては、農学・植物科学、情報・数理科学における知見を持つ第一人者がバランス良く配置された。サイトビジットや合宿形式の領域会議、様々な研究領域内外交流の場を提供し、個々の研究発展のみならず分野を超えた研究展開や研究成果のアウトリーチ活動なども活発に行われた。

研究成果は、環境制御が不可能な野外において生育する実用植物（作物）を主な対象とし、広大な圃場からある特定の株を認識して追跡調査できる技術、見えない角度に展開する枝葉のバイオマスの推定、篤農家の暗黙知をAIで代替する技術など、独創性・先駆性・挑戦性を有する研究成果が得られ、日本の研究水準を一気に引き上げることに成功した。1930年代までさかのぼってアナログレガシーデータのデジタル化を実現した点も高く評価できる。

本研究領域の研究者は多数の論文を発表しただけでなく、国内外の顕彰・受賞および招待講演の数も多く、多数のキャリアアップの実績や事後の大型研究費の獲得につながった。研究者らは、研究業務に加え、国際ワークショップの開催を行い、国際的な情報発信の経験も積んだ。領域会議での議論と指導、関連拠点との合同シンポジウムでの発表機会の設定、海外との交流機会の設定等を通して、領域内共同研究やオープンな議論を促進し、研究の独創性を生み出すことに繋がった。

研究総括は優れたリーダーシップをもってマネジメントを行い、研究者が多岐にわたる専門背景を持っていることを最大限に活かしながら、各自の力を引き出し、自主性を最大限尊重することで、多くの成果を引き出したと評価できる。

学際融合領域の若手研究者を育てる上で、さきがけ事業のシステムは、これまでも大きな

力を発揮してきたが、本研究領域は、さきがけの有効性を最大限に示した研究領域であったと評価できる。

また、17件（うち国際出願2件）の特許出願と3件の起業があったことは、本研究領域の特性を考慮すると十分な数であり、社会的・経済的価値の創造につながる。

以上により、本研究領域は総合的に特に優れていると評価できる。

## 1. 研究領域としての成果について

### (1) 研究領域としての研究マネジメントの状況

農学・植物科学と情報科学・工学・数理学を連携させることにより基礎的・基盤的研究開発に取り組むために、採択課題の独創性・先進性に加え、採択課題ならびに採択研究者の分野やテーマがバランスよく採択されていた。

研究手法も作物モデル、生体センシング、3次元計測、画像解析など多岐にわたっており、斬新なアイデアとこれまでの実績をベースにし、しっかりとした研究戦略を持つ提案を各年度で選定しているところは評価できる。

また、野外での作物生育を対象とした研究への取り組みを重視したものとなっていた点も高く評価できる。加えて、人工光植物工場など厳密な環境制御下において植物の基礎代謝を扱う研究者を選んだことは、植物のもつ普遍的な応答を理解して野外圃場での作物栽培法を開発する上で適切であった。

植物科学と情報科学の領域を十分にカバーできている研究者が少ない中で、研究総括は、今回のさきがけの研究者を牽引するのに最適の人材であったと言える。

領域アドバイザーについても、農学・植物科学と情報・数理学という異分野の専門家でバランスよく構成されている。その所属も大学、公的研究機関、企業となっている。特に農学分野については、栽培現場について事情に詳しいアドバイザーを選定しているところも評価できる。

年2回の領域会議に加え、密に連携を取って研究の進捗や方向性を随時確認されていた。農学・植物科学者と情報科学・工学者の相補性の醸成に努めたことは優れた成果につながった。

植物科学3領域間の連携により日本植物フェノタイピングネットワーク（JPPN）と超分野植物科学研究会の設立につながり、Plant Phenomics誌の発刊に至り、さらに領域研究者が中心となって国際ワークショップを企画し、研究者の成長を促した。これらは研究領域の発展と広がりにも寄与する取り組みとして、日本の水準を国際水準に引き上げた。

その結果、論文発表、口頭発表に加えて、特許出願、学術賞の受賞など、多数の成果発表があった。研究者についても多数が昇格を果たしている。今後一層の研究推進によって、研究者の多くがこの分野を背負う新たなリーダーに育っていくと期待できる。

領域研究者の国内外の顕彰・受賞および招待講演の数も多く、多数のキャリアアップの実

績や事後の大型研究費の獲得につながるなど、人材育成の観点において優れたマネジメントが行われていたと判断できる。

以上により、研究領域としての研究マネジメントの状況は特に優れていたと評価できる。

## (2) 研究領域としての戦略目標の達成状況

本研究領域は、戦略目標「気候変動時代の食料安定確保を実現する環境適応型植物設計システムの構築」の実現に向けた基礎的・基盤的研究開発を農学・植物科学と情報・数理科学との連携のもとで行うことを目的とした。対象は実用作物とし、実験や環境の制御が困難な野外での研究・技術開発をできる限り求めている。難易度が高いものの、非常に意義のある挑戦的なテーマ設定であった。扱いの困難な実験対象であったにも関わらず、多くの独創性・先駆性・挑戦性を有する研究成果が、多数の論文や特許出願として得られた。

具体的な研究成果としては、陰影を利用した作物個体群の葉の角度分布の推定(宇都有昭研究者)、作物外観画像から見えない枝構造の詳細な3次元構造の再構築(大倉史生研究者)などといった見えないフェノタイプの可視化や、師管液から mRNA やタンパク質などを短時間で検出する画期的なデバイスの基盤技術の開発(野田口理孝研究者)、外観画像と環境条件から深層学習等を援用してトマトの水ストレスを推定して最適灌漑を可能にした研究(峰野博史研究者)、環境 DNA の変動と水稻生育への関連が見つけられた研究(潮雅之研究者)などが挙げられる。また、1980年以前のアナログレガシーデータを1930年代までさかのぼってデジタル化を実現した点(西内俊策研究者)は、国内に死蔵されている膨大な農業関連データの再活用へ導くもので、今後の展開が期待できる。いずれの研究も、基礎的な知見に基づいた開発研究を可能とする独創的かつ挑戦的であるとともにその先駆性においても評価できる。

また、領域研究者らの研究成果が引き金となり日本植物フェノタイピングネットワーク(JPPN)と超分野植物科学研究会の設立やPlant Phenomics誌の発刊に至ったことは、研究成果が国内外において認められたものとして評価できる。これらの努力により、本研究領域に採用された研究者だけでなく一般の学術研究者や民間企業を含めて、これらの分野の進展に大きなインパクトを与えるものと期待できる。

特許出願が17件(うち国際出願2件)あったことは、挑戦的な採択課題が多く、ヘテロな研究背景を有する研究領域としては十分な数であり、社会的・経済的価値の創造につながるものと思われる。さらに、本研究領域の成果を生かし、3名の研究者による起業があり、研究成果の社会実装が図られている。

以上により、研究領域としての戦略目標の達成状況は、特に高い水準にあると評価できる。

## 2. その他(任意)

2020年にEU、米国、日本などで、SDGsでの課題解決を見据えた食料生産の生産性と持続性の両立をうたう戦略設定が発表されたが、いずれも農業生産技術のイノベーションの必

要性を強調している。本研究領域の戦略目標は、この方向性と合致している。

本研究領域の成果は、その起点となる野外での栽培技術における展開の道筋を見いだしたものであり、今後は、基礎研究成果の充実とその実装を図ることに加えて、農業生産技術のユニット化とシステム化、ポストハーベスト、加工へと研究領域を展開することが望まれる。

一方で、それぞれの研究成果は特筆すべき内容であるものの、計測データやモデルを活用して、野外での作物生育を最適制御する技術にまで至っているものは少ない。また、異なる研究者の成果を互いに有機的に連携させることは、本研究領域だけでは十分ではない。これらは、次の目標構築も考慮して、今後さらに重点化されることが望まれる。